ABAQUE PERMETTANT L'ÉVALUATION RAPIDE DES TRANSMISSIVITÉS DES TERRAINS AQUIFÈRES

R. PLÉGAT

Maître-Assistant à la Faculté des Sciences
Université de Montpellier

Objet de l'abaque

Dans les premières phases de l'inventaire des ressources en eau souterraine d'une région, on dispose souvent d'un assez grand nombre d'essais de débit dont les comptes rendus sont très sommaires et ne permettent ni une interprétation par les méthodes de Theis (régime transitoire) ni par les relations de Dupuit car le nombre de mesures en fonction du temps est extrêmement réduit et l'on ignore l'épaisseur de l'aquifère.

Avec l'abaque proposé il suffit de connaître le débit et un rabattement à un moment donné pour obtenir une estimation intéressante de la transmissivité, sous réserve de quelques conditions à présenter par l'essai.

D'autre part, au cours du dépouillement normal d'un essai cet abaque permet:

— de vérifier la valeur obtenue pour T dans tous les cas simples ou pour chaque terme des calculs nécessités par les reconstitutions synthétiques mettant en œuvre plusieurs puitsréels ou fictifs; un écart important peut attirer l'attention sur une erreur de calcul ou — dans le premier cas — d'interprétation;

— de contrôler si, compte tenu de la durée de pompage, de la distance du point d'observation et des caractéristiques de la nappe, l'emploi de la relation approchée de Jacob est opportun, en particulier pour les puits-images d'ordre un peu élevé.

Établissement de l'abaque

Les relations utilisées sont celles qui rendent compte des variations du niveau d'une nappe au cours du régime transitoire provoqué par un pompage dans le cas « normal » (nappe de grande extension, homogène, etc.):

(1) *Formule de Theis :*

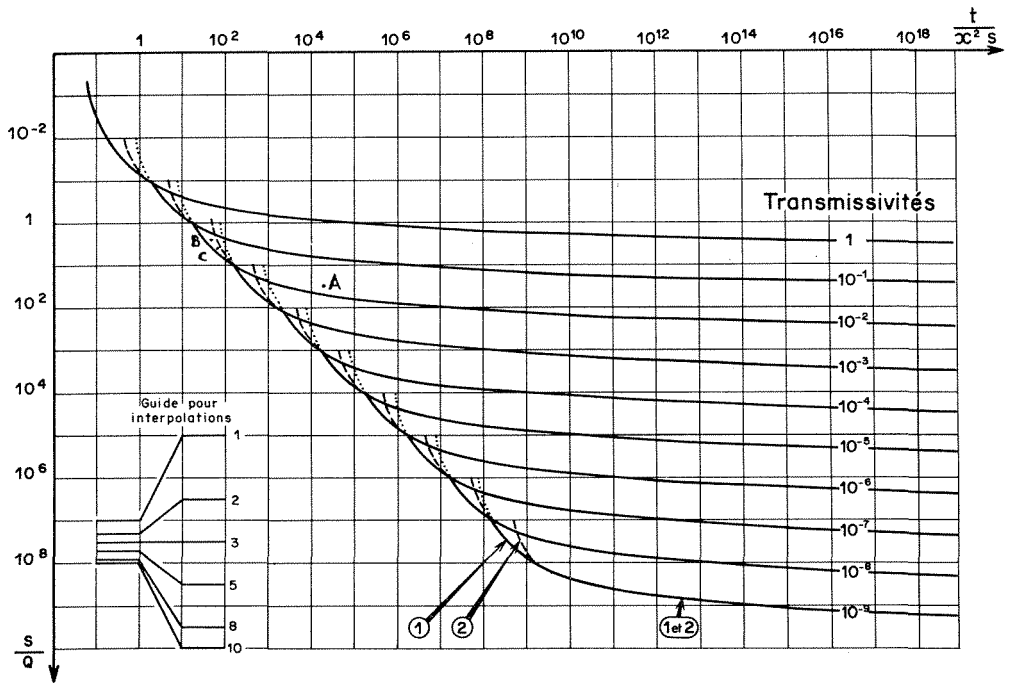
$$\frac{s}{Q} = \frac{1}{4\pi T} W(u) \quad \text{avec} \begin{cases} W(u) = -Ei(u) \\ u = \dfrac{x^2 S}{4Tt} \end{cases}$$

x distance du puits pompé au point de mesure;
t durée du pompage jusqu'à l'instant de la mesure;
S coefficient d'emmagasinement de la nappe;
T transmissivité;
Q débit pompé (constant).
(Les unités utilisées sont le mètre et la seconde).

(2) *Formule de Jacob* ou d'approximation logarithmique, obtenue à partir de la précédente en ne conservant que le premier terme de la série $W(u)$

$$\frac{s}{Q} = \frac{1}{4\pi T} \operatorname{Log}_e \frac{2{,}25\,Tt}{x^2 S} \tag{2}$$

Dès que u est assez petit les valeurs de s/Q données par les deux relations sont pratiquement égales; sinon (2) conduit à des valeurs de s/Q trop faibles.



$$(1):\ \frac{s}{Q} = \frac{8.10^{-2}}{T} W(u) \qquad (2):\ \frac{s}{Q} = \frac{0{,}183}{T} \operatorname{Log} \frac{2{,}25\,Tt}{x^2 S}$$

Pour chaque puissance de dix des transmissivités, on a construit une courbe donnant s/Q en fonction de t/Sx^2 selon les relations (1) (Theis) et (2) (Jacob). Les deux courbes coïncident sur la majeure partie du tracé et se séparent vers la gauche dès que u est suffisamment grand. Pour faciliter l'usage de l'abaque nous avons tracé en pointillé la partie de la courbe (1) correspondant aux valeurs de u fortes par rapport aux valeurs usuelles, et en tireté la partie inutilisable de la courbe (2).

Utilisation de l'abaque

Les valeurs de Q, s, x, t et le type de la nappe, libre ou captive, sont connus. Nous verrons ci-dessous que la précision recherchée n'étant pas grande, le choix d'une valeur acceptable de S n'est pas difficile.

Les termes s/Q et t/Sx^2 calculés à partir de ces données représentent les coordonnées d'un point du graphique. On évalue T par interpolation à vue entre les deux valeurs de T données par les plus proches courbes.

Toutes les échelles sont logarithmiques. Un module de 1 cm pour les coordonnées donne pour l'échelle des transmissivités un module voisin de 1 cm sur la majeure partie de l'abaque. Un tel module suffira bien souvent. (Exemple : le point A donne : $T=1{,}5$ à 2.10^{-2}).

REMARQUES DIVERSES

a) Choix d'un coefficient d'emmagasinement

Les valeurs courantes de S sont pour une nappe libre comprises entre 10^{-1} et 10^{-2} et entre 10^{-3} et 10^{-6} pour une nappe captive. Les nappes libres contenues dans des calcaires non poreux ont toutefois un S de l'ordre de 10^{-3}.

La grandeur S (comme x et t) n'intervenant que par son logarithme, un changement d'une puissance de dix entraîne une modification relativement faible de T. Cette latitude est encore plus étendue dès que l'on s'éloigne un peu de la partie gauche, plus inclinée, des lignes d'égales transmissivités. Les conditions de temps et de lieu sont alors telles que l'écoulement au point d'observation est quasi-permament et de ce fait ne met presque plus en jeu les grandeurs caractéristiques du régime transitoire S et t.

b) Cas d'indétermination

1° Presque toujours *le point se trouve à droite* de la courbe en pointillé et la valeur approchée de T est aisément évaluée.

2° Lorsque le *point se trouve à gauche* de la coube en pointillé, il apparaît une indétermination dans le choix des deux courbes entre lesquelles doit se faire l'interpolation (Exemple : point B pour lequel on ne sait pas si l'interpolation doit se faire entre les courbes $T=10^{-1}$ et $T=10^{-2}$ ou les courbes $T=10^{-3}$ et $T=10^{-2}$).

Ceci provient du fait que le domaine des courbes utilisé correspond alors soit à un rabattement exagéré (perte de charge du captage), soit à un temps de pompage trop court par rapport aux valeurs de x, S et T.

— *La première cause*, existant en principe toujours lorsqu'on effectue les mesures sur le forage éprouvé, est négligeable pour des débits relativement petits (inférieurs au tiers du débit maximum *du puits*).

— *La deuxième cause* sera rarement rencontrée dans les essais au cours desquels la mesure des niveaux est faite sur le forage pompé; en ce cas en effet, des durées de pompage même réduites à une demi-heure doivent donner un point situé à droite de la ligne en pointillé. Toutefois il est bon de prendre t supérieur à quelques heures en particulier si le diamètre du puits est grand par rapport au débit de la pompe et à plus forte raison si le puits ne communique avec la nappe que par un forage de diamètre beaucoup plus petit.

Par contre l'insuffisance de la durée peut apparaître d'autant plus fréquemment que les mesures de s sont prises sur des piézomètres plus éloignés. Dans ce cas un deuxième point est nécessaire. Toutefois l'utilisation d'un ouvrage auxiliaire sur lequel sont mesurés les niveaux allant en général de pair avec un minimum de soin apporté aux mesures, l'on disposera donc presque toujours de plusieurs couples de valeurs de s et t.

Même si la plus grande valeur de t ne permet pas de construire un point situé hors du domaine ambigu (point C) l'indétermination peut être levée.

En effet, les diverses courbes entourant les points ont des pentes très différentes et l'interpolation doit se faire entre les deux courbes qui ont les pentes les plus voisines de celle du

segment joignant les deux points B et C. Ce dernier procédé est très semblable à la méthode de résolution graphique par superposition de courbes de la relation de Theis.
Pour les points B et C par exemple l'interpolation intervient entre les courbes $T=10^{-3}$ et $T=10^{-2}$, T est donc voisin de 3.10^{-3}.

c) Cas d'un régime permanent

La durée du pompage t doit être prise au cours du régime transitoire. Une éventuelle stabilisation de niveau peut être due à la proximité d'une zone d'alimentation ou de meilleure transmissivité de la nappe, etc.

Cependant pour un débit faible par rapport aux possibilités *de l'aquifère*, la vitesse de chute du niveau piézométrique devient assez rapidement insensible (régime quasi-permanent). Cet état est atteint au bout d'une durée de pompage t que l'on peut évaluer dans le cas présent avec une précision suffisante par la formule:

$$t = 10^n . \frac{Q}{T} \qquad (3)$$

avec n à choisir dans le tableau suivant, selon la précision des mesures du niveau de l'eau:

Plus petite variation du niveau de l'eau décelable au cours de l'essai	1 cm par heure	1 cm par 10 heures	1 cm par 100 heures
n	5	6	7

Donc lorsque les mesures fournies par le compte-rendu de l'observation du pompage ne portent que sur une *longue* stabilisation, on peut améliorer la valeur trouvée ci-dessus pour T au moyen de l'abaque : cette valeur portée dans la relation (3) donne un temps que l'on utilise pour calculer une abscisse t/Sx^2 et une nouvelle transmissivité plus exacte.

Si le temps fourni par (3) est plus grand que le temps auquel s'est expérimentalement produit la stabilisation, il ne doit pas être utilisé et l'on peut envisager l'existence de divers facteurs provoquant une vraie stabilisation ou favorisant l'apparition d'un régime « quasi-permanent » (drainage, débit retardé, réinfiltration de l'eau pompée, etc.).

Conclusion

Cet abaque dont l'objet a été défini plus haut ne peut prétendre remplacer les méthodes normales d'interprétation des essais de débit dans les nappes aquifères.

Par contre lorsque ces méthodes ne peuvent être appliquées — essais rudimentaires, données en nombre très réduit — il est souvent possible par ce moyen de tirer rapidement une valeur approximative de la transmissivité.

Le mode d'emploi, très bref, indiqué ci-dessus sera le plus souvent suffisant. Les « Remarques diverses », plus longues, constituant les paragraphes suivants sont nécessitées par l'utilisation de captages parfois défectueux et par la complexité des réactions des nappes aquifères qu'aucune méthode ne permet de représenter simplement dans leur ensemble.

Montpellier, mars 1967